

## **El proceso de desarrollo de serious games Modelos, herramientas y analíticas de aprendizaje**

Stella Maris Massa<sup>1</sup>, Lucrecia Ethel Moro, Gustavo Bacino, Adriana Pirro, Felipe Evans, Hernán Hinojal, Adolfo Spinelli, Esteban Zapirain, Carlos Rico, Franco David Kühn y Franco Lanzillota

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería/ Universidad Nacional de Mar del Plata/Argentina  
(7600) Av. Juan B. Justo 4302, +54-223-481660

smassa4@gmail.com, lucreciamoro@gmail.com, gustavo@gmail.com, adriana.pirro@gmail.com,  
evansfelipe@gmail.com, hhinojal@fi.mdp.edu.ar, estebanzapirain@gmail.com,  
carlos@fi.mdp.edu.ar, fdkuhn@mail.com, franco.lanzi96@gmail.com

### **RESUMEN**

Los serious games (SG) son aplicaciones interactivas que se concentran en el uso de los principios de diseño de juegos para otros fines no meramente lúdicos.

En este trabajo se describe el Proyecto de investigación “El proceso de desarrollo de SG. Modelos, herramientas y analíticas de aprendizaje” que será desarrollado durante los años 2020/2021 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), donde se proseguirá abordando el desarrollo de SG desde las problemáticas relativas a su aplicabilidad en diferentes dominios como defensa, salud, educación, gestión de emergencias, planificación urbana e ingeniería.

Como educadores y desarrolladores de videojuegos, la validez de los SG con respecto a sus objetivos educativos debe ser tanto mensurable como medida. La naturaleza interactiva de los videojuegos hace que la aplicación de analíticas de aprendizaje se constituya en una herramienta útil para capturar los datos de interacción de los estudiantes o aprendices con el propósito de interpretar el proceso de aprendizaje. Sin embargo, existen escasas investigaciones y normas para comunicar información entre videojuegos y sus módulos de seguimiento.

Este proyecto tiene como objetivo consolidar el proceso de análisis de la interacción de los

aprendices en SG a través de la extracción de información relevante del aprendizaje y la generación de reportes que visualicen los resultados. En este proyecto se combinan dos tendencias principales en la investigación del aprendizaje con tecnologías: SG y analíticas de aprendizaje.

**Palabras clave:** Modelos, procesos de desarrollo, serious games, analíticas de aprendizaje.

### **CONTEXTO**

Desde el año 2018 los integrantes del Grupo de Investigación en Tecnologías Interactivas (GTI) de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP vienen desarrollando tareas de investigación relacionadas con los SG.

En el marco del Proyecto 15/G521: “Modelos y herramientas para el proceso de desarrollo de SG” se focalizó la investigación en los modelos y herramientas para el desarrollo de los SG, que son un tipo de videojuegos donde el objetivo trasciende el mero entretenimiento y busca incorporar un nuevo conocimiento en el jugador. Y en particular, se precisaron marcos conceptuales amplios, desarrollando y consolidando metodologías y herramientas para su desarrollo [1 – 4]. Además, se presentaron publicaciones internacionales que ponen en valor buenas experiencias disruptivas en contextos de Escuelas y Facultades de Ingeniería y Humanidades [5 – 7].

## 1. INTRODUCCIÓN

Los SG son aplicaciones interactivas creadas con una intencionalidad educativa, que proponen la explotación de la jugabilidad como experiencia del jugador. Presentan a los jugadores retos y misiones que implican toma de decisiones, resolución de problemas, búsqueda de información selectiva, cálculos, exploración, experimentación, competencia, cooperación etc., logrando el efecto inmersivo en el juego, como una prolongación de la experiencia vital del usuario [8 – 9].

La efectividad de los SG como herramientas de simulación y entrenamiento radica en su nivel de inmersión visual, sonora y emocional con el usuario y en su característica de interactividad constante. La experiencia de juego permite a un usuario entrar en estado flow (de inmersión y concentración total) en un tiempo mucho menor que por otros medios [10].

Corresponde destacar que las dificultades para medir los resultados del aprendizaje alcanzado a través del uso de los SG han constituido una barrera en el éxito de su adopción en educación [11 – 12]. Este conflicto entre aprendizaje y desempeño será mayor a medida que los SG ofrezcan más opciones abiertas y libertad de movimiento a los estudiantes, ya que la evaluación del aprendizaje requiere de métodos y modelos adicionales que produzcan evaluaciones válidas y evidencias de aprendizaje basado en juegos, lo que demanda datos adicionales de los jugadores.

Tradicionalmente, la validación de los SG se ha hecho a través de experimentos formales, mediante cuestionarios que los estudiantes completan antes y/o después de interactuar con el juego [13]. No se descartan estas metodologías y han sido trabajadas desde el proyecto 15/G520: “Ambientes de aprendizaje enriquecidos con tecnología” [14 – 15], donde han sido exploradas las características de los ambientes enriquecidos con tecnología con el objetivo de consolidar los estudios propios y su aplicación, en

particular al caso de los SG en el aula [16 – 17].

La integración de Analíticas de Aprendizaje en el diseño de SG ofrece nuevas oportunidades para rastrear y analizar datos del comportamiento de los estudiantes sobre la base de su interacción individual o grupal, personalizar e interpretar el proceso de aprendizaje y realizar recomendaciones [18 – 20].

En la actualidad, la riqueza de datos reunidos a través de las web-log, motores de seguimiento, eyetrackers, localización y detectores de movimiento, en combinación con las emergentes Analíticas de Aprendizaje, representan una excelente oportunidad para mejorar la supervisión y evaluación del aprendizaje basado en juegos.

Para aplicar esta tecnología emergente en los SG, los datos pueden ser capturados mediante la adición de un “rastreador” que envía datos de la interacción del jugador (también denominados rastreos) a un servidor. El análisis de las huellas puede producir información relevante sobre las interacciones de los estudiantes con el juego, haciendo que el conjunto de acciones, errores y aciertos del jugador sea significativo [21].

Sin las Analíticas de Aprendizaje, los SG en la educación resultan similares a las cajas negras: simplemente proporcionan un estado final que demuestra los resultados del juego, normalmente en forma de métricas relativas a la puntuación final del jugador, pero que no suministran información con respecto al proceso de aprendizaje [22].

En el proyecto 15/G521 se realizó un estudio exploratorio mediante la revisión sistemática de la literatura (años 2008 a 2017) respecto a los enfoques y herramientas propuestas para una correcta implementación de Analíticas de Aprendizaje en SG. En el proceso de análisis de los artículos presentados, se comprobó que el desarrollo de los SG y su aplicación en el ámbito del aprendizaje real es prometedor, pero bastante pobre en cuanto a los recursos que se utilizan para su implementación. La

mayoría de las publicaciones están enfocadas en la implementación de estas tecnologías en el ámbito educativo, pero las soluciones propuestas son variadas, sin encontrarse lineamientos generales más allá de la definición de las propias analíticas de aprendizaje [23].

La manera particular en que se obtengan los datos determinará profundamente las posibilidades tanto en el análisis como en la visualización, ya que implicará la cantidad y la riqueza de la información recibida [24]. Las visualizaciones de resultados también deberán ajustarse a las necesidades de los diferentes agentes involucrados: estudiantes y profesores, como parte del uso educativo del juego, así como para desarrolladores, que estarán más interesados en el correcto funcionamiento del juego, pero también desean conocer si el juego está cumpliendo con los objetivos de aprendizaje previstos.

La principal diferencia de diseño entre los SG y los videojuegos, radica en la especificación de sus requerimientos. En ellos deben incluirse los contenidos y objetivos educativos junto a la evaluación del aprendizaje y la calidad educativa. En artículos previos a este proyecto se hace referencia a las consideraciones teóricas y prácticas adoptadas para obtener los requerimientos educativos [25] y a la refinación del proceso, presentando un mecanismo para relacionar los eventos del serious game y las habilidades que debe alcanzar el jugador a través del juego en relación a los objetivos educativos planteados [26]. En una de las tesis de Grado en Ingeniería Informática de la Facultad, se presentó un caso de estudio, con el correspondiente desarrollo del prototipo de software [27].

Es importante señalar que, se considera que las Analíticas de Aprendizaje en SG no sólo deben centrarse en el análisis o la visualización de datos, sino también deberían proveer a los profesores de las herramientas

que les permitan seguir el aprendizaje de sus estudiantes [28].

## **2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Las principales líneas de investigación que se abordan en este proyecto son:

- Interacción persona-ordenador (IPO).
- Serious games y ludificación.
- Analíticas de aprendizaje y SG.

## **3. RESULTADOS ESPERADOS Y OBJETIVOS**

El objetivo general del proyecto de investigación que se presenta en este artículo es el de consolidar el proceso de análisis de la interacción de los estudiantes en SG para obtener información relevante del aprendizaje.

En ese marco, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las tareas y secuencias que permitan conformar el proceso de incorporación de Analíticas de Aprendizaje en los SG.
- Seleccionar las tecnologías adecuadas para la visualización de las interacciones de los estudiantes en los SG.
- Generar una estructura de visualización de las interacciones de los estudiantes en los SG.
- Producir reportes que visualicen la información relevante del proceso de aprendizaje de los estudiantes sobre la base de sus datos de interacción en SG.
- Desarrollar un trabajo de campo en el que se analizará la viabilidad y posibilidades del Proceso de incorporación de Analíticas de Aprendizaje para SG.

A partir del cumplimiento de los objetivos planteados, se espera consolidar el proceso de análisis de la interacción de los estudiantes en un serious game, a través de la extracción de información relevante del aprendizaje y la

generación de reportes que visualicen los resultados. Para ello se combinarán dos tendencias principales en la investigación del aprendizaje con tecnologías: SG y Analíticas de Aprendizaje.

Sistematizar los procesos de producción de SG, particularmente la selección de estrategias para extraer información relevante del proceso de aprendizaje del jugador/estudiante, contribuirá con la difusión de buenas prácticas en un sector en expansión y permitirá la apertura de líneas de investigación mediante la elaboración de un marco de referencia sobre metodologías y tecnologías emergentes.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La formación de recursos humanos se considera un aspecto imprescindible e insoslayable. Integrantes del proyecto se encuentran desarrollando y dirigiendo cinco tesis de postgrado, en el marco del proyecto de investigación, correspondientes al Doctorado en Humanidades y Artes- Mención Ciencias de la Educación (UNR); al Doctorado en Modelado y Simulación Computacional, a la Especialización en Docencia Universitaria (UNMdP) y a la Maestría en Ingeniería de Software (UNLP). También se encuentra en ejecución, una Beca de Investigación de estudiante avanzado de la UNMdP.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Evans, F., Bacino, G., Rico, C., (2017). Modelo de Proceso de un Serious Game., En S. M. Massa y G. Bacino (Eds.), *Videojuegos en serio: creando serious games para aprender jugando* (pp. 41-59). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- [2] Massa, S. M. y Bacino G. (2017). *Videojuegos en serio: creando serious games para aprender jugando*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- [3] Spinelli, A. T. y Massa S. M. (2018a). Elicitación en SG. En *Actas del IV Congreso Bianual de la IEEE Argentina (Argencon 2018)*, Universidad Nacional de Tucumán, Universidad Tecnológica de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- [4] Zapiain, E., Massa, S. M., Cardoso, J. P. (2019). Quantum Penny Flip: an open source serious game for quantum computing assessment. En *Actas del XIV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2019)*, Universidad Nacional de San Luis. San Luis, Argentina.
- [5] Jiménez Alcázar, J. F., Rodríguez, G. y Massa, S. M. (Coords.) (2018). *El videojuego en el aula de ciencias y humanidades*. Murcia: Universidad de Murcia.
- [6] Pirro, L., Fernández, M., Hinojal, H. (2018). Bitácora de Mr. Jones. Una experiencia Virtual, en J. F. Jiménez Alcázar, G. Rodríguez y S. M. Massa (Coords.), *El videojuego en el aula de ciencias y humanidades*, (pp. 121-134). Murcia: Universidad de Murcia.
- [7] Massa, S.M. (2018). Educación con videojuegos: nuevos desafíos, en J. F. Jiménez Alcázar, G. Rodríguez y S. M. Massa (Coords.), *El videojuego en el aula de ciencias y humanidades*, (pp. 69-88). Murcia: Universidad de Murcia.
- [8] del Moral Pérez, M. E. (2013). Advergaming & edutainment: fórmulas creativas para aprender jugando. *Ponencia inaugural del Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE, 2013)*. Facultad de Formación del Profesorado de Cáceres (Universidad de Extremadura), Cáceres, España.
- [9] Westera, W., Nadolski, R., Hummel, H. & Wopereis, I. (2008). SG for Higher Education: a Framework for Reducing Design Complexity. *Journal of Computer-Assisted Learning (Wiley)*, 24(5), 420-432.
- [10] Hamari, J. & Koivisto, J. (2014). Measuring flow in gamification: Dispositional Flow Scale – 2. *Computers in Human Behavior*, 40, 133-143.

- [11] Alvarez, J. & Michaud, L. (2008). *SG – Advergaming, edugaming, training and more*. IDATE Consulting and Research.
- [12] de Freitas, S. & Liarokapis, F. (2011). Serious games: A New Paradigm for Education? En M. Ma, et al. (Eds.) *SG and Edutainment Applications*, (pp. 9-23). UK: Springer.
- [13] Calderón, A., & Ruiz, M. (2015). A systematic literature review on *serious games* evaluation. An application to software project management. *Computers & Education*, 87, 396–422.
- [14] Hinojal, H. (2018). El uso de simuladores en el aula universitaria y los *serious games*. *Revista e-tramas*, 1, 34-50.
- [15] Hinojal, H. y Massa, S. M. (2018). SG en el aprendizaje de Redes de Computadoras. Un análisis desde la experiencia óptima. En *Actas del IV Congreso Bianual de la IEEE Argentina (Argencon 2018)*, Universidad Nacional de Tucumán, Universidad Tecnológica de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- [16] Moro L. y Massa S. M. (2018). Características de un ambiente de aprendizaje enriquecido con TIC. Un estudio de caso. En *Actas del XX Encuentro Internacional Virtual Educa 2018*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- [17] Moro, L. E., Farías, Y. B. y Morcela, O. A. (2018). Aprender Ciencias jugando. Educación con videojuegos: nuevos desafíos, En J. F. Jiménez Alcázar, G. Rodríguez y S. M. Massa (Coords.), *El videojuego en el aula de ciencias y humanidades*, (pp. 105-120). Murcia: Universidad de Murcia.
- [18] Johnson, L., Adams Becker, S. & Cummins, M. (2012). *NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- [19] Serrano-Laguna, A., Torrente, J., Moreno-Ger, P. & Fernández-Manjón, B. (2014). Application of Learning Analytics in Educational Videogames. *Entertainment Computing*, 5(4), 313-322.
- [20] Siemens, G. (2010). What are learning analytics. Retrieved March, 10, 2011.
- [21] Loh, C. S., Sheng, Y., & Ifenthaler, D. (2015). SG analytics: Theoretical framework. In *SG analytics* (pp. 3-29). Springer, Cham.
- [22] Alonso-Fernandez, C., Calvo, A., Freire, M., Martinez-Ortiz, I., & Fernandez-Manjon, B. (April, 2017). Systematizing game learning analytics for serious games. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 1111-1118). IEEE.
- [23] Massa, S. M. y Kühn, F. D. (2018). Analíticas de Aprendizaje en serious games: una revisión sistemática de la literatura, En *Actas del IV Congreso Bianual de la IEEE Argentina (Argencon 2018)*, Universidad Nacional de Tucumán, Universidad Tecnológica de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- [24] Alonso- Fernández, C. (2016). Gaming learning analytics for SG. Trabajo fin de Grado. *Facultad de Informática. Universidad Complutense de Madrid*.
- [25] Spinelli, A. T. y Massa S.M., (2018b). Elicitación de Requerimientos Educativos en un SG. En *Actas del XIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2018)*. RedUnci, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Misiones, Argentina.
- [26] Spinelli, A. T. y Massa, S. M. (2018c). Diseño de SG, requerimientos del juego – Competencias y habilidades. En *Actas del XX Encuentro Internacional Virtual Educa*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- [27] Kühn, F. (2019a). *Juegos Serios y Analíticas de Aprendizaje: Implementación en el entorno educativo*. Trabajo Final de Carrera de Grado en Ingeniería en Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata. 2019
- [28] Kühn, F. D. (2019b). Proceso de implementación de analíticas de aprendizaje en juegos serios dentro de espacios educativos. *Revista e-tramas*, 3, 20-39.